

**METODOLOGÍA PARA OPTIMIZAR LA CRÍA EN LABORATORIO
DEL CHINCHE DE LA VIRUELA (*Cyrtomenus bergi*)**

LEONARDO COTES RINCÓN

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS
RECURSOS NATURALES
SANTIAGO DE CALI
2012**

**METODOLOGÍA PARA OPTIMIZAR LA CRÍA EN LABORATORIO
DEL CHINCHE DE LA VIRUELA (*Cyrtomenus bergi*)**

LEONARDO COTES RINCÓN

**Proyecto de grado para optar el título de
Administrador del Medio Ambiente y los Recursos Naturales**

**Directora
ELSA LILIANA MELO
M. Sc. Sistemas de Gestión Ambiental**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS
RECURSOS NATURALES
SANTIAGO DE CALI
2012**

Nota de aceptación:

**Aprobado por el Comité de
Grado en cumplimiento de los
requisitos exigidos por la
Universidad Autónoma de
Occidente para optar el título de
Administrador del Medio
Ambiente y los Recursos
Naturales**

ALEJANDRO SOTO DUQUE

Jurado

GUILLERMO HURTADO CUELLAR

Jurado

Santiago de Cali 13 de febrero 2012

AGRADECIMIENTOS

En momentos como este, deseáramos que existieran las palabras necesarias para expresar lo que sentimos, pero tu Dios sabes desde lo mas profundo de mi corazón lo que este triunfo significa para mi, te doy gracias padre por las enseñanzas que día a día me has transmitido por cada acto o acción que realizo, perdóname por mis equivocaciones porque a pesar de ellas siempre has estado a mi lado tendiéndome la mano para salir adelante, gracias padre por brindarme una familia tan maravillosa, la cual siempre estuvo de mi lado durante este proceso, trasnochándose en mis días de trabajo largo, en mis enfermedades y en mis alegrías, gracias madre por ser mi héroe, la persona que nunca se rindió y que siempre luchó por sacarnos adelante a pesar de las circunstancias, por brindar nuestros días del mas profundo y gran amor y de la luchas incansables que hace de tu hijo lo que siempre has soñado, un profesional.

Gracias padre por colocar en mi camino una gran mujer que con su ternura y amor ha llenado mi vida de alegría, sueños y esperanza, esa mujer la cual es mi esposa y que por ella siempre luchare para que nuestros sueños se hagan realidad guiados por tu bendición y tu humildad.

A mi Universidad, Facultad, Profesores y Directores del proyecto, les extiendo la mas profunda admiración que siento al haber sido formado por un grupo humano tan grande que con su sabiduría y paciencia siempre me enseñaron a luchar por mis objetivos y a lograr este sueño, el sueño de ser un profesional, me enseñaron a pensar siempre en ayudar a tu prójimo y en amar cada acción que realizas, porque de esta solo nacerá la gratificación del necesitado que en medio del silencio vive de una necesidad ignorada por una sociedad injusta.

Solamente me queda padre darte gracias por mi vida, mi salud y cada una de aquellas pequeñas cosas que día a día me has brindado para salir adelante y formarme como ser y como un profesional, gracias padre y que tu bendición guarde a todas aquellas personas a quienes este agradecimiento ha llegado y aquellas como amigos que de una u otra forma donaron con un granito de amor y comprensión a este gran triunfo que hoy se materializa, Muchas, muchas gracias.

CONTENIDO

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO	16
2.2. OBJETIVO GENERAL	16
2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO.	16
3. MARCO TEÓRICO	17
3.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO	18
3.2. CONTROL BIOLÓGICO	19
3.3. NEMATODOS	21
3.3.1. Reproducción	22
3.3.2. Desarrollo y Ciclo biológico	24
3.4. LOS ARTRÓPODOS	25
3.4.1. Caracteres generales	25

3.4.2. Distribución geográfica de C. bergi	26
3.4.3. Reproducción del C. bergi	27
3.5. PRODUCCIÓN EN COLOMBIA	27
 4. METODOLOGÍA	 30
4.1. OBTENCIÓN DE LOS INSECTOS	30
4.1.1. Fase Uno	30
4.1.2. Fase dos	31
4.1.3. Fase Tres	31
 5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	 33
5.1. FASE UNO (DISEÑO EXPERIMENTAL)	33
5.1.1. Los supuestos del modelo son:	34
5.2. VALIDACIÓN DE SUPUESTOS	36
5.3. GRÁFICOS DESCRIPTIVOS	41
5.4. FASE DOS	58
 BIBLIOGRAFÍA	 60

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 GENERALIDADES DEL CULTIVO	18
Tabla 2 Dimensiones de los adultos de <i>Cyrtomeneus bergi</i> a 23° c y 65% H. R	27
Tabla 3 PRODUCCIÓN DE YUCA EN COLOMBIA (MILES DE TONELADAS).	28
Tabla 4 PRODUCCIÓN DE YUCA DE 1970 A 2004	29
Tabla 5 ENSAYO 1 FASE 1	31
Tabla 6 ENSAYO 1 FASE 2	31
Tabla 7	32
Tabla 8 ANÁLISIS DE VARIANZA. MODELO COMPLETAMENTE ALEATORIO.	35
Tabla 9 Prueba Formal de Normalidad KOLMOGOROV-SMIRNOV	38
Tabla 10 potencia landa vs suma de los errores	44
Tabla 11 verificación del cumplimiento de supuestos	44
Tabla 12 variable dependiente	45
Tabla 13 factores inter-sujetos.	46
Tabla 14 pruebas de normalidad.	46
Tabla 15 prueba durban-watson.	48
Tabla 16 pruebas de los efectos inter - sujetos	49
Tabla 17 Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error(a)	50
Tabla 18 Variables respuesta tasa de mortalidad en hembras	52

Tabla 19 tiempo promedio de muerte	57
Tabla 20 test de igualdad de medidas.	57
Tabla 21 prueba de muestras independientes.	58

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1 Supuesto de Normalidad de Errores	36
Gráfica 2 PROB ACUM OBSERVADA	37
Gráfica 3 PROBABILITY PLOT OF SRES1	37
Gráfica 4 residuales	38
Gráfica 5 Supuesto de Homogeneidad de Varianza	39
Gráfica 6 NIVEL DE IND. OVIP POR ALIMENTO.	40
Gráfica 7 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS.	41
Gráfica 8 diagrama de dispersión índice total de ovipisicion contra el tratm.	41
Gráfica 9 Diagrama de cajas índice total de ovipisición.	42
Gráfica 10 potencia landa vs suma de los errores	43
Gráfica 11 normal gráfico p-p de residuo.	47
Gráfica 12 normal gráfico p-p sin tendencia d.	48

RESUMEN

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) es una Organización Internacional de Investigación Científica Agrícola sin ánimo de lucro, es uno de 15 Centros que son financiados por 64 países, fundaciones privadas y organizaciones internacionales que constituyen el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). Los recursos del Centro están dedicados a investigaciones en cultivos de: yuca, frijol, forrajes tropicales y arroz.

La presente investigación se realizó en el Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, con el objetivo de observar y registrar a nivel de laboratorio los diferentes comportamientos de los individuos del chinche de la viruela (*Cyrtomenus bergi*) durante un periodo de 4 meses, partiendo de un esquema alimenticio, se diseñó una metodología como fue la de confinar los individuos de forma individual o por parejas para medir su capacidad de oviposición y longevidad, los factores temperatura y suelo fueron debidamente controlados para evitar alteraciones en la muestra.

Para el desarrollo de la cría de *C. bergi* se tuvo en cuenta la estandarización de un número de manipulaciones de la muestra de la colonia (evaluaciones de tres veces por semana) para evitar futuros procesos de infestación que pudiesen llegar a alterar los resultados de la investigación.

La cría de *C. bergi*, es la vía para la búsqueda de sistemas de biocontrol como es caso de la *Galleria mellonella*, la cual es utilizada para las pruebas de infección y producción masiva de organismos como los entomonematodos que son utilizados para el control biológico de plagas terrestres como es en este caso del *C. bergi*, ellos minimizan los impactos generados por plagas en cultivos como el de yuca de gran importancia para el desarrollo económico de un país y la alimentación enriquecida en proteínas para la humanidad. Los parámetros evaluativos de la presente investigación como la mortalidad, la oviposición y los cambios de estado de desarrollo en *C. bergi*, mostraron progresos factibles en cuanto a la dieta alimenticia de maní con respecto al arroz, obviamente debido a que esta colonia ya venía siendo sostenida con esta variable alimenticia.

INTRODUCCIÓN

El chinche de la viruela es una plaga subterránea que ataca las raíces de la yuca por medio de un estilete que introduce en la corteza, y llega hasta el parénquima radical, en cuya superficie se observa una serie de manchas que varían de coloración desde crema hasta marrón oscuro y que corresponde a sitios donde se ha alimentado, de ahí el nombre de chinche de la viruela.¹ Los chinches pertenecen al orden Hemípteros (Hemiptera) o Heterópteros (Heteróptero)².

Las ninfas y los adultos de este insecto se alimentan de las raíces de la yuca, facilitando la entrada de microorganismos patógenos que se encuentran en el suelo, como phytium, phytophthora y otros. La hembra adulta de este insecto coloca en el suelo los huevos que son esféricos, de color blanco y miden menos de Mm. de diámetro. Las ninfas pasan por 5 instares y carecen de alas y tiene el abdomen de color marrón sobre el tórax y el abdomen, son ovaladas y aplanadas y miden desde 1mm. Recién salidas del huevo hasta, aproximadamente, 7 u 8 mm. En el quinto instar ninfa .los adultos son negros y llegan a medir hasta 10 mm. Las patas de estos insectos son cortas y fuertes, con muchas espinas, lo que les facilita moverse dentro del suelo. Su presencia se detecta por un olor repugnante que es característico al remover el suelo contiguo a las plantas³.

La duración promedio del ciclo de *C. bergi* es la siguiente: huevo 13.6 días, ninfas 111.2 días, para un total de 124.8 días en estado inmaduro. La longevidad del adulto en promedio es de 250 días, entre 184 y 372. Debido al hábito subterráneo y a la larga duración del ciclo de vida, este insecto puede pasar desapercibido durante todo el periodo vegetativo de la yuca, ocasionando grandes pérdidas. De acuerdo a las anteriores características su control parece ser difícil y costoso. Con base en los resultados ente insecto se puede llegar a constituirse en una de las plagas más importantes para el cultivo de la yuca. Observaciones en el campo indicaron que los cultivares de yuca con alto contenido de ácido cianhídrico (HCN) en las raíces fueron menos atacados que los cultivares con bajo contenido de HCN. Los ensayos realizados en el campo peden demostrar la resistencia del *C. bergi* a los altos contenidos de HCN en las raíces.⁴

¹ Revista colombiana de entomología Vol. 11 No 2 1985

² Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporación. Reservados todos los derechos.

³ Guía práctica para el manejo de la enfermedades, las plagas y las deficiencias nutricionales de la yuca – CIAT- autores Elizabeth Álvarez, Anthony Bellotti

⁴ Resistencia de la variedad de la yuca a *Cyrtomenus bergi* – Hebert Luís Vargas Bonilla (CRECED centro Tolima)

El chinche fue registrado por primera vez causando daños en la yuca a mediados de 1980 en Caicedonia, al norte del valle del cauca y hoy se encuentra en la mayoría de las regiones yuqueras de Colombia⁵. Además de la yuca, este chinche ataca otros cultivos comerciales tales como: papa *solanum tuberosum* ssp. *Andigena* (J.G. Hawkes); cebolla, *allium cepa* L.; cebolla junca; *A. fistulosum* L.; maíz, *Zea mays* L.; maní, *Arachis hypogaea* L.; sorgo, *Sorghum vulgare* Pers.; caña de azúcar, *Saccharum officinarum* L.; café, *Coffea arabica* L.; arroz, *Oryza sativa* L.; espárrago, *Asparagus officinalis* L. los patos (García 1982; cp. Bellotti). El insecto se encuentra distribuido en otros países del centro y sur América tales como: Costa Rica, Panamá, Cuba, Brasil, Ecuador y Surinam.⁶

Se han intentado varios métodos de control como el uso de los agroquímicos, con los cuales se ha logrado evitar el daño, aumentándose los costos y deteriorándose el medio ambiente. También se ensayó el control cultural con cultivo intercalado con *Crotalaria juncea* donde el daño se ha disminuido pero el rendimiento ha caído hasta un 22% (García y Bellotti 1980). Se hizo necesario, entonces, buscar un método alternativo de control que no deteriore el medio ambiente, como es el caso de los enemigos naturales, dentro de los cuales se encuentra el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (Rhabditida: Heterorhabditidae). Los nematodos entomopatógenos tienen ventajas frente a otros tipos de control biológicos pues tienen un amplio rango de hospederos y gran crecimiento en cultivos artificiales (KLEIN 1990). Estos han sido utilizados como agentes de control de varios insectos plaga como *Popillia japonica* (Selva et al 1993). *Cyclocephala borealis* (KLEIN 1990). *Cylas formicarius* (Mannion y Jason 1992). *Ceratitis capitata* (Lindgren et al 1990). *Rhizotrogus majalis*, *Diaprepes abbreviatus*, *Hylobius* sp (KLEIN 1990).⁷

Investigaciones realizadas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT- corroboran la importancia de la yuca como cultivo de amortiguación de la pobreza rural, pues ha demostrado su ventaja comparativa en zonas marginales donde, debido a que se adapta a condiciones extremas en comparación con otros cultivos alternativos, siendo la yuca es uno de los más rentables. Asimismo, la yuca es importante como cultivo de subsistencia por su alta producción de calorías por unidad de área, por la cantidad de mano de obra requerida en el cultivo, por la estabilidad de sus rendimientos y por el largo período de cosecha potencial. Por ser una fuente barata de calorías, tiene gran acogida entre los consumidores rurales y urbanos de bajos ingresos. Es la cuarta fuente de calorías en las zonas

⁵ Revista colombiana de entomología Vol. 11 No 2 1985

⁶ Revista colombiana de entomología Vol. 20 No. 4 p. 241 – 246 1994

⁷ Revista colombiana de entomología Vol. 24 Nos. 1-2 p. 7-11 1998 parasitismo de dos razas del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* sobre el chinche *Cyrtomenus bergi* en laboratorio.

tropicales después del arroz, el azúcar y el maíz, pues contiene hasta el 35% de su volumen en carbohidratos y hasta 1,5% en proteínas. Por estas razones, se ha considerado como un producto prioritario en la seguridad alimentaria mundial.

De acuerdo con la información consignada en el Sistema de Información Estratégica del Sector Agropecuario –SIESA-, la cosecha de la yuca puede realizarse entre el octavo y el duodécimo mes después de la siembra, dependiendo de las condiciones agro ecológicas del cultivo, del manejo cultural y de la variedad utilizada. Lo anterior, a su vez, determina los rendimientos por área del cultivo que, en el ámbito mundial, se sitúan alrededor de nueve toneladas por hectárea, aunque existen regiones con producciones superiores a las 30 ton/ha.

En Colombia, el promedio oscila entre 8 y 13 ton/ha, aunque existen plantaciones cuyos rendimientos están entre 20 y 30 ton/ha. Es de anotar que el CIAT cuenta con variedades y paquetes tecnológicos para producir yuca dulce o amarga con rendimientos iguales o superiores a las 20 ton/ha. El tipo de variedad determina el uso final de la yuca; si es para consumo humano en fresco, siempre usa una variedad dulce con bajo contenido de cianuro, en tanto que si es para uso industrial o para transformación se pueden usar variedades amargas, siempre que se procesen de manera adecuada.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los estudios realizados para el manejo de plagas son de gran importancia, ya que permiten desarrollar técnicas de control, como los sistemas de biocontrol; estos sistemas presentan ventajas significativas, debido a que tienen como objeto no afectar el medio ambiente y son económicamente más viables.

“Los nematodos entomoparásitos tienen potencial como agentes de control biológico para muchos insectos plaga del suelo. Ellos poseen un amplio rango de hospederos, y son altamente virulentos con una alta tasa reproductiva, tienen la habilidad de buscar y matar a su hospedero en 24 a 48 horas, y estos no afectan a vertebrados u otros organismos. Adicionalmente son de fácil liberación usando una gran variedad de métodos; pero dependiendo del hospedero y del ambiente en que se desarrolla, se debe tener en cuenta los mecanismos de liberación y cuantas veces se deben hacer dicha liberación.

Estos organismos son liberados usando métodos convencionales de aplicación empleados normalmente para pesticidas, fertilizantes o irrigación; las consideraciones que se deben tener para seleccionar el mejor método de aplicación son las mismas que para aplicar un insecticida o herbicida: volumen de aplicación, sistema de agitación, bomba, boquillas, presión, patrón de distribución y aplicación, condiciones medioambientales, disponibilidad de pre y post riego, compatibilidad de los nematodos con otros productos biológicos y químicos tanto aplicados antes, durante o después de la aplicación del mismo”.⁸

Por esto los ataques realizados por el chinche de la viruela (*C. bergi*) a los cultivos de la yuca entre otros deben ser detenidos, debido a que estos pueden ser una de las variables que están perjudicando la economía de nuestro país, como se presenta en informes anteriores consignados en este trabajo y atentando contra nuestra seguridad alimenticia.

Los cultivos de yuca con raíz dulce, conocidos como los de bajo contenido de HCN son los más atacados por esta plaga. El porcentaje daños causados por el chinche (*C. bergi*) en la raíz aumenta considerablemente con la edad de la planta, es decir, el daño es del 36%; pasado cierto tiempo se presentaría en la misma

⁸ Seminario NEMATODOS ENTOMOPARASITOS UNA ALTERNATIVA EN MIP facultad de agronomía universidad nacional de Colombia Ligia Tatiana corredor, candidata a I. A. Facultad de Agronomía U. N. Bogota

planta un 86,79 % de daño en la raíz, según experimentos diseñados en el año de 1983 año de la aparición del chinche (*C. bergi*)⁹ .

^{9 9} Revista colombiana de entomología vol. 11 No 2 1985 p. 42- 46

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Aumentar la productividad de la producción agrícola a través del desarrollo de estrategias de manejo integrado de plagas

2.2. OBJETIVO GENERAL

Implementar una modificación en la alimentación de la cría del *Cyrtomenus bergi* a nivel de laboratorio, con el objetivo de tener un mayor numero de individuos para implementar un sistema de biocontrol.

2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO.

Pruebas de biocontrol para el chinche de la viruela *Cyrtomenus bergi* incorporando al habitat del mismo los nematodos como organismos de control.

3. MARCO TEÓRICO

Los estudios de manejo de plagas subterráneas como en este caso y más específico del chinche de la viruela (*C. bergi*), nos permite comprender los hábitos alimenticios y el ciclo de vida que tienen estos organismos. El sistema de reproducción al cual se encuentra sometido el chinche da como resultado una gran propagación de él en cultivos de yuca entre otros, generando impactos de tipo reproductivo en las plantaciones, debido a que ataca la raíz introduciendo su estilete en la epidermis y la corteza, dejando ingresar a la planta una serie de microorganismos del suelo como es el *Fusarium* y *Aspergillus*, entre otros, dentro del CIAT se están realizando pruebas de control biológico para este insecto con el objetivo de minimizar su impacto en los cultivos con anterioridad mencionados.

Los nematodos entomopatogenos, especialmente los de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae se asume como un método de reguladores naturales de la población de insectos y otros artrópodos habitantes del suelo, y que presentan una serie de atributos como organismos controladores que los diferencia en forma ventajosa de otros grupo de entomopatogenos, por lo cual son considerados como una excelente alternativa para ser empleados en el manejo integrado de plagas.¹⁰

¹⁰ Seminario de nematodos entomoparásitos una alternativa en el MIP – facultad de agronomía
Universidad Nacional DE Colombia

3.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO

TABLA 1 GENERALIDADES DEL CULTIVO

YUCA	
Nombre Científico:	Manihot sculenta
Familia:	Euphorbiacae
Variedad:	Cagullo Morado, Blanca mochera
Período Vegetativo:	8 -10 meses (Humo Blanco)
Requerimiento de Suelo:	Francos arenoso
Épocas de Siembra:	Todo el año
Epocas de Cosecha	Todo el año
Temperatura optima:	18 - 28 grados
Jornales (No/Ha):	60 - 70
Rendimientos (TM/Ha):	
Rendimientos Nacional	10.81
Rendimientos Regionales	8.85
Rendimientos Potenciales	20 -30
Costo Producción (USA \$/Ha):	700 - 800
Mercados demandantes:	
Mercado Nacional	Piura - Lambayeque
Mercado Internacional	
Manejo Técnico	
Semilla (Kg/Ha):	10,000 - 12,500
Distanciamiento (mts):	Entre surcos 1 y entre plantas 1
Fertilizantes:	
Nitrógeno (N). (Kg/Ha):	80
Fosforo (P). (Kg/Ha):	50
Potasio (K). (Kg/Ha):	40
Módulo de Riego (m3 / Ha):	10,000 - 12,000
Frecuencia de Riego:	15 – 25
Principales Plagas:	Gusano de Hoja, Borrenad y brotes.
Principales Enfermedades:	Momeba blanca
Usos:	Consumo directo, Harinas

Fuente: Piura On Line Centro de Documentación e Información Regional [CEDIR-Cipca]¹¹

¹¹ http://www.cipca.org.pe/cipca/informacion_y_desarrollo/agraria/fichas/yuca.

3.2. CONTROL BIOLÓGICO

“El concepto de control biológico hay que diferenciarlo del control natural, que es el control que sucede en las poblaciones de organismos sin intervención del hombre e incluye además de enemigos naturales la acción de los factores abióticos del medio. Por ello hay que entender el control biológico como un método artificial de control que presenta limitaciones especialmente en cuanto al conocimiento de los organismos afectados, lo que trae consigo una serie de ventajas e inconvenientes en su aplicación, sobre todo si se relaciona con los métodos químicos de control. Entre los inconvenientes más importantes se encuentran (Baker, 1985; Schrot & Hancock, 1985):

- Normalmente su aplicación requiere un planteamiento y manejo más complejo, mayor seguimiento de la aplicación, y es menos rápido y drástico que el control químico.
- El éxito de su aplicación requiere mayores conocimientos de la biología de los organismos implicados (tanto del agente causante del daño como de sus enemigos naturales).
- La mayoría de los enemigos naturales suelen actuar sobre una o unas pocas especies, es decir son altamente selectivos. Esto puede resultar una ventaja (como se comentará a continuación) pero en ocasiones supone una desventaja al incrementar la complejidad y los costes derivados de la necesidad de utilizar distintos programas de control.

A pesar de ello, también presenta una serie de ventajas que hace que este tipo de control se convierta en uno de los más importantes para la protección fitosanitaria. Entre ellas se pueden destacar:

- Es un método respetuoso con el medio ambiente, no contamina ni induce resistencias. Incluso cuando simplemente forma parte de programas de manejo integrado reduce los problemas legales, ambientales y sociales de los productos químicos.
- Puede ser un método más económico que el control químico, con una

proporción coste/eficacia muy razonable, por lo que es una alternativa real al mismo. Esta rentabilidad se debe generalmente a la posibilidad de convertirse en una solución a largo plazo.

- Al contrario que muchos productos fitosanitarios, puede ser muy selectivo lo que redunda tanto en una mayor eficacia al tratarse únicamente el problema real, como en una mayor seguridad en su manejo y menor interferencia en otros elementos del medio agrícola.

- **Incremento**

La estrategia de incremento consiste en aumentar artificialmente la población de enemigos naturales con objeto de producir una mayor tasa de ataque y con ello una disminución de la población del agente productor de daños; esta estrategia tiende a ser utilizada en situaciones donde el control natural está ausente o se encuentra a niveles demasiado bajos para ser efectivos.

Tradicionalmente, ha sido una técnica considerada prohibitiva en la mayor parte de las aplicaciones debido al elevado coste de producción y aplicación de las liberaciones de enemigos naturales; sin embargo, cada vez más aparecen empresas especializadas o administraciones públicas que ofrecen el material dispuesto para su liberación o aplicación a un coste que lo hace perfectamente viable. El gran éxito de esta técnica surge con los cultivos protegidos debido a que son sistemas cerrados, con problemas constantes, ambiente controlado y producción elevada tanto en cantidad como en valor económico.

En función de las características de aplicación y planteamiento del control es posible diferenciar dos tipos fundamentales: inoculación, con finalidad preventiva; e inundación, con finalidad curativa.

- **Inoculación:** La inoculación es una estrategia utilizada cuando es posible una cierta permanencia del enemigo natural en el cultivo pero que es incapaz de vivir sobre él de forma permanente. Las liberaciones inoculativas se hacen al establecimiento del cultivo para colonizar el área durante el tiempo de permanencia del cultivo (o estación climatológica) y de esta forma prevenir los incrementos de la densidad del agente perjudicial.

- **Inundación:** La estrategia de inundación consiste en liberaciones de un número muy elevado de enemigos naturales nativos o introducidos, generalmente patógenos, para la reducción de la población del agente dañino a corto plazo cuando la densidad alcanza niveles de daño económico. Esta estrategia es muy similar a la aplicación de productos fitosanitarios tanto en sus objetivos como en su formulación y aplicación”.¹²

3.3. NEMATODOS

Los Nematodos (Nematoda Rudolphi, 1808) son los animales multicelulares más numerosos que actualmente viven en la Tierra. Un puñado de suelo contiene millares de ellos. Las especies de vida libre son abundantes, incluyen los que se alimentan de bacterias, de hongos, y de otros Nematodos. Existen libres en el mar, suelos húmedos y aguas continentales, siempre en sitios con algún grado de humedad, especialmente en hábitat en los que hay una intensa descomposición de materia orgánica. También incluyen a numerosos e importantes endoparásitos de plantas o de animales. No se conocen casos de ectoparasitismo.

Existen desde los polos hasta los trópicos, en todos los ambientes, incluyendo desiertos, altas montañas y profundidades oceánicas. En el mar son bentónicos, viven en los espacios intersticiales, marañas de algas y sedimentos. Faltan en la zona pelágica, pero se encuentran en aguas someras y profundas. En aguas continentales, se encuentran en grandes lagos, lagos montanos, charcas temporales, incluso en manantiales con agua hasta 53 grados y en el agua de plantas epífitas. Las especies terrestres viven en hábitat húmedos, tales como suelos, salinas, manantiales termales o playas arenosas, habitando en la película de agua que rodea cada partícula de suelo. Algunas especies se encuentran tanto en el suelo como en aguas continentales. Viven en grandes densidades. En un metro cuadrado de suelo de cultivo se pueden encontrar unos 10 millones de Nematodos, en el suelo de un bosque unos 8 millones y en el suelo de un prado unos 7 millones por metro cuadrado. La población del suelo decrece rápidamente a mayor profundidad y el número de individuos es mayor junto a las raíces de las plantas. Una simple manzana en el suelo puede tener 90.000 ejemplares de varias especies. Su increíble demografía se debe a su resistencia a suelos anóxicos o tóxicos, y su adaptación a distintos biotopos.

Existen muchas especies parásitas, que exhiben todos los grados de parasitismo y atacan a todos los grupos de plantas y animales. Las formas libres son en general incoloras y las parásitas blanquecinas. Dentro del huésped viven en distintas

¹² http://es.wikipedia.org/wiki/Control_biol%C3%B3gico

partes del cuerpo: en vertebrados hay parásitos intestinales, de los pulmones y vías pulmonares, del sistema sanguíneo y linfático, riñones, distintos tejidos e incluso dentro de las células. Los fitoparásitos pueden encontrarse en los frutos, en las grietas de la corteza o formando agallas en las raíces. Las vías de transmisión son varias.

En el caso más sencillo, los huevos o las fases juveniles incluidas en la cápsula del huevo penetran por vía oral.

En otros casos lo hace activamente por la piel. A medida existe un huésped intermedio que puede introducir las larvas en el huésped definitivo por una picadura o que puede ser ingerido por el huésped definitivo. En algunos casos hay una generación hermafrodita parásita y otra de sexos separados que vive libre.

3.3.1. Reproducción: La reproducción es siempre sexual y la fecundación interna. Casi todos los Nematodos son de sexos separados (dioicos o bisexuales), y en la mayoría de los casos el macho es menor que la hembra. Los machos presentan caracteres sexuales secundarios, tales como glándulas ventrales y lóbulos caudales.

Existen algunos pocos Nematodos terrestres que son hermafroditas o partenogenéticos. Hay casos en que se desconocen los machos. Las especies hermafroditas son proterándricas, es decir los órganos masculinos y los espermatozoides se desarrollan antes que los órganos femeninos y los óvulos. En ellas existe un ovotestículo. En general se autofecundan. Los espermatozoides se desarrollan primero y son almacenados en las vesículas seminales. La autofecundación ocurre después de la formación y maduración de los óvulos. Periódicamente surge un pequeño número de machos que fecundan cruzadamente a los hermafroditas.

El sistema reproductor es generalmente par. Las gónadas, en número de una o dos, se comunican con el exterior por un poro único, la cloaca, en los machos, y un gonoporo o vulva en las hembras. La posición de la vulva varía, siendo a veces posterior y otras veces anterior.

En los machos, hay un testículo tubular, con forma de un cordón macizo apelotonado sobre sí mismo. En algunos Nematodos hay dos testículos, orientados generalmente en forma opuesta. El o los testículos se convierten

imperceptiblemente en un largo espermiducto o conducto deferente. Cada espermiducto se ensancha en el extremo posterior formando una larga vesícula seminal, donde se acumulan los espermatozoides. Un conducto eyaculador muscular, con glándulas prostáticas, conecta las vesículas seminales con la cloaca. Las secreciones prostáticas son adhesivas y posiblemente facilitan la cópula. La vesícula seminal desemboca en el recto, modificado en una cloaca. La pared de la cloaca está evaginada formando dos sacos que se unen antes de desembocar en la cámara cloacal.

La región posterior de los machos presenta una considerable variación. Suele estar curvada en forma de gancho o la cutícula ensanchada en expansiones alares con forma de abanico, constituyendo un accesorio copulador llamado bursa. A veces presentan papilas pedunculadas, sedas sensoriales o expansiones a modo de ventosas. El poro genital masculino está situado muy cerca del ano y tiene ganchos cuticulares (espículas copuladoras), varillas utilizadas para asir a la hembra durante la cópula y para mantener abierto el gonoporo femenino durante la transmisión de espermatozoides.

Cada saco contiene una espícula, que generalmente es corta, con forma de hoja aguzada y curva. Las espículas asoman a través de la cloaca y salen por el ano o abertura, mediante músculos especiales, pueden ser evaginadas y retraídas en la bolsa cutánea. Las espículas copuladoras del macho asoman por la cloaca y el ano. Los espermatozoides, de distintas formas (redondos, cónicos, sinuosos o alargados), se pueden mover lentamente en forma ameboide y carecen de flagelo. Los espermatozoides pueden estar formados por cabeza y cola, la cola suele poseer una larga mitocondria central con microtúbulos laterales.

Puede haber uno o dos ovarios, tubulares, cordones apelonados típicamente pares. Normalmente una gónada está orientada hacia la parte anterior y la otra hacia la parte posterior, con sus extremos opuestos enfrentados. En muchas especies cada gónada se dobla sobre si misma y en algunas especies parásitas cada gónada es larga y enrollada en espiral. La parte germinativa es terminal, en las especies mayores las células suelen agruparse alrededor de un cordón nutricio central (raquis). La célula más interna de cada gónada, la célula del extremo distal, secreta una sustancia promotora de la mitosis, que produce la proliferación de núcleos de células germinales. Cada ovario se prolonga poco a poco convirtiéndose primero en oviducto tubular y luego en un útero largo y muy amplio.

En algunos casos hay un ovario único y un solo oviducto. El extremo superior del útero puede funcionar como receptáculo seminal. Cada útero desemboca en un

tubo muscular corto común, denominado vagina. La vagina desemboca al exterior por el poro sexual generalmente impar (vulva), situado ventralmente, generalmente en la zona media del cuerpo. El poro sexual femenino está situado en la parte ventral del extremo anterior del cuerpo, aunque a veces se traslada hacia las proximidades del ano.

Los huevos son pequeños, generalmente alargados y están rodeados por envolturas muy duras, que les permiten esperar indefinidamente la aparición de condiciones ambientales adecuadas. Existen tres cubiertas: una lipídica, otra cuticular y una tercera proteica, con ornamentaciones. Son numerosos en las especies parásitas. Por ejemplo, una hembra de ascáride pone muchos millones de huevos. Se conocen casos de hembras que produjeron 27 millones de huevos, expulsando 200.000 diariamente. Esta elevada fertilidad puede producir deformaciones, la hembra adquiere forma redondeada, con intestino, sistema nervioso y otros órganos involucionados, a veces se evagina la vagina y crece intensamente formando una envoltura para el ovario, el útero y los embriones, quedando el cuerpo como un apéndice diminuto.

Las hembras de algunas especies producen una feromona que atrae a los machos. La fecundación es interna. Durante la cópula, las espículas cloacales del extremo posterior en forma de gancho del macho son expulsadas por la abertura cloacal, se enredan en torno a la región de los poros genitales de la hembra y se insertan en el gonoporo femenino, manteniéndolo abierto. Los espermios ameboides migran hacia la vagina y se dirigen al receptáculo seminal, en el extremo superior del útero, donde ocurre la fecundación. El óvulo fecundado secreta una gruesa membrana de fecundación, que se endurece.

A esta capa se agrega otra cubierta externa, secretada por las paredes uterinas, que a menudo presenta estructuras características. La superficie de los huevos está esculpida de diferentes formas específicas para cada especie. Los huevos son retenidos en el útero durante algún tiempo antes de ser depositados. A veces el desarrollo comienza cuando los huevos aún están dentro de la hembra.

3.3.2. Desarrollo y Ciclo biológico: Algunos Nematodos son ovíparos, otros son ovovivíparos. El tiempo necesario para alcanzar la etapa adulta varía desde unos pocos días en los Nematodos libres, hasta más de un año en algunos parásitos. El desarrollo es directo y estrictamente determinado. El huevo fecundado, puede ser puesto sin que se haya iniciado la segmentación (por ejemplo en *Ascaris*), cuando la segmentación se ha iniciado (por ejemplo en *Ancylostoma*), se halla muy

avanzada (por ejemplo en *Enterobius*), o cuando el embrión está completamente formado (por ejemplo en *Wuchereria*).

La segmentación temprana sigue un patrón asimétrico que pronto pasa a ser bilateral, pero muestra por su estrecho determinismo lejanas semejanzas con la segmentación espiral de los anélidos, moluscos y algunos platelmintos. El desarrollo embrionario lleva a la formación de tres capas germinativas (ectoblasto, mesoblasto, endoblasto), el pseudoceloma surge en un espacio limitado por endoblasto y ectoblasto. Los diversos órganos presentan un número relativamente fijo de células, el cual se alcanza en el momento de la eclosión. El desarrollo es directo. Dentro de la envoltura del huevo, la fase juvenil (denominada generalmente larva) realiza una o dos mudas. Existe un incremento limitado del número de células durante las etapas juveniles, casi todo el crecimiento es consecuencia del incremento del tamaño celular. Los juveniles tienen casi todas las estructuras del adulto, salvo partes del aparato reproductor. El crecimiento se acompaña de cuatro mudas de la cutícula. La tercera fase es en muchas especies la fase de dispersión. Los adultos no mudan, pero algunos siguen creciendo.¹³

3.4. LOS ARTRÓPODOS

Los artrópodos son invertebrados que tienen un exoesqueleto articulado de quitina. Abarcan trilobitomorfos, merostomas, picnogónidos, arácnidos, crustáceos, miriápodos e insectos. Han tenido un gran éxito evolutivo, como lo prueba que más de 80% de todas las especies animales conocidas pertenece a los artrópodos. Tienen el cuerpo segmentado (metamerizado). Con tendencia a la fusión de algunos metámeros para formar diferentes regiones; por ejemplo en los insectos: cabeza, tórax, y abdomen. Cada metámero tiene, si no se ha reducido un par de apéndices articulados. Algunos artrópodos son terrestres, otros acuáticos, y los hay que son parásitos de otros animales, principalmente de vertebrados.

3.4.1. Caracteres generales: El exoesqueleto de los artrópodos está constituido por tres capas. la cutícula, la epidermis, que segrega la cutícula, y la membrana basal. La cutícula está constituida por un polisacárido denominado quitina. El gran éxito evolutivo que ha supuesto este exoesqueleto impermeable, que permite la colonización del medio terrestre sin peligro de desecación, trae consigo en compensación la necesidad de mudas para el crecimiento.

¹³ <http://www.monografias.com/trabajos5/nemato/nemato2.shtml> Trabajo realizado por: Manuel Tamayo H. mtamayo@hualo.ucm.cl Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

En todos los artrópodos, los músculos que mueven los segmentos se insertan en apófisis internas. El aparato digestivo es tubular, las piezas bucales son muy diferentes; hay en este último aspecto dos grandes grupos: los mandibulados y los quelicerados. La cavidad celomática está reducida al espacio donde se hallaba las gónadas y en algunos casos ciertos órganos excretores. Así pues, la grana cavidad general del cuerpo no es un celoma, sino una estructura diferente formada posteriormente, el pseudoceloma, que por estar llena de un medido interno denominado hemolinfa, recibe el nombre de hemocele. La circulación es abierta.

La respiración es branquial o, raramente, cutánea en los acuáticos y traqueal en los terrestres; en el caso de los arácnidos hay además filotráqueas (pulmones). La excreción puede ser por glándulas antenales o maxilares en los crustáceos, por glándulas coxales en los miriápodos, o por tubos de Malpighi en arácnidos e insectos. El sistema nervioso está constituido por un cordón ventral con un par de ganglios por metámero. La reproducción es sexual, con casos de hermafroditismo y de partenogénesis. La fecundación es generalmente interna y en muchos casos hay metamorfosis.¹⁴

3.4.2. Distribución geográfica de *C. bergi*: Las especies de este subgénero ocupan centro y sur oriente de los estados unidos, hasta centro América, y en América del sur hasta el centro de argentina (froeschner 1960).

El insecto se encuentra altamente distribuido en América latina, afectando los diferentes cultivos; en brasil ha sido reportado como plaga, en cultivos de caña de azúcar y algodón, en trabajos de control realizados por (Cavidades et al 1981) en el estado de sao Paulo; (Lacerda 1983) loo registro alimentándose en raíces de palma africana *Elaeis guineensis* L. en costa rica, Carvallo y Saunder (1990), evaluaron su incidencia en campos de maíz . Clavijo (1981), Evaluó la variación de poblaciones del insecto en el estado de Carabobo Venezuela.

En Colombia el rango geográfico no ha sido bien determinado; sin embargo ha sido registrado por el CIAT en los departamentos de Antioquia, Caldas, Córdoba, Magdalena, Meta, Risaralda, Santander de sur, Sucre, Tolima y Valle del cauca.

Este insecto está presente en algunas zonas del país, causando severas pérdidas. Potencialmente puede desimenar a otras zonas y causar serios estragos en

¹⁴ <http://www.monografias.com/trabajos/artropodos/artropodos.shtml>

plantas hospedantes adicionales que incluyen por mencionar el maní y el maíz entre otros (Castaño et al 1985).¹⁵

3.4.3. Reproducción del C. bergi: La hembra del C. bergi por lo general presenta un mayor tamaño que el macho como se mostrara con posterioridad en la siguiente tabla, el cual presenta una capsula genital mientras que la hembra posee una placas genitales; de ahí que la hembra se pose sobre el macho.¹⁶

Tabla 2 Dimensiones de los adultos de Cyrtomenus bergi a 23° c y 65% H. R

SEXO	Largo (m.m)		Ancho (m.m)	
	Rango	Promedio	Rango	Promedio
Hembra	7.0 - 8.0	7.30	4.1 – 5.0	4.4
Macho	6.5 - 7.6	7.00	4.0 – 4.4	4.06

3.5. PRODUCCIÓN EN COLOMBIA

En Colombia, la yuca es un cultivo típico de economía campesina, presentando un promedio de área sembrada por finca que oscila entre una y cinco hectáreas, una oferta atomizada y sistemas de producción atrasados. Gran parte de su producción se orienta hacia el mercado en fresco. Entre 1990 y 1998, la producción de yuca en Colombia ha variado entre 1,6 y 2 millones de toneladas sin mostrar ni una dinámica importante, ni una tendencia definida (ver Cuadro No. 3). En 1998 se produjeron 1'639.974 ton, la cifra más baja reportada en esta década, que refleja una caída del 3.4% en los rendimientos frente a 1997 y de 12.06% frente a 1996.

¹⁵ Caicedo V., Ana Milena; Evaluación del parasitismo del nematodo entomògeno *Steinernema carpocapsae* Weiser (Rhabditida: Steinernematidae) y reconocimiento de nematodos nativos para el control de *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera: Cydnidae). Palmira, Valle del Cauca, Colombia Universidad Nacional de Colombia, facultad de ciencias agropecuarias 1993. 101 h: illus (QL 391. N4 C3)

¹⁶ Copilado por Jesús A. Reyes, CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS, Referencia de los cursos de capacitación sobre Control Integrado de Plagas de la YUCA dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical

Tabla 3 PRODUCCIÓN DE YUCA EN COLOMBIA (MILES DE TONELADAS).

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999*	Crec.** 90-98	Part.1998
Total	1,939.0	1,645.2	1,651.0	1,900.2	1,794.6	1,801.1	2,019.7	1,676.6	1,639.8	1,643.9	-0.4%	100%
Bolívar	261.7	194.1	206.6	215.4	174.2	180.9	147.4	85.7	211.3	258.6	-6.9%	13%
Magdalena	157.6	104.4	95.6	102.4	124.5	130.9	155.9	137.7	191.1	-	4.7%	12%
Antioquia	90.2	224.9	102.2	189.9	187.6	215.1	204.9	151.8	166.9	175.5	4.7%	10%
Santander	186.1	118.6	132.8	112.7	178.9	214.6	291.9	184.2	157.6	153.4	4.8%	10%
Córdoba	190.0	134.9	165.5	145.6	122.0	195.3	153.4	136.4	138.9	169.6	-1.8%	8%
Sucre	170.0	98.0	182.1	214.2	188.2	148.3	130.0	159.3	106.4	169.1	-2.4%	6%
Caquetá	171.6	107.6	58.0	84.2	104.2	96.4	186.9	155.6	99.0	105.5	2.3%	6%
Cesar	111.4	162.0	102.6	122.7	80.4	87.0	97.2	34.6	82.1	92.2	-10.5%	5%
Atlántico	81.9	9.3	90.5	65.2	43.5	43.0	65.6	38.9	55.7	-	2.8%	3%
Otros	518.5	491.4	515.1	647.9	591.0	489.5	586.5	592.5	430.8	520.0	-0.3%	26%

*Pronóstico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

** Crecimiento promedio anual.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cálculos: Corporación Colombia Internacional.

Si observamos en la tabla 4 y más específicamente en el periodo de tiempo que va desde 1980 a 1990 podremos darnos cuenta que se presentó un gran baja en la producción de yuca, la cual podríamos vincular como una de las variables a este hecho la aparición del insecto *C. bergi* (1983). Como se nombro con anterioridad este insecto puede llegar a perjudicar a un agricultor de yuca en su producción hasta un 86 %, debido a que ataca el periodo vegetativo de la planta, impidiendo su desarrollo como tal. En este periodo se empezó a realizar trabajos por parte del CIAT para contraatacar los impactos de destrucción en cultivos generados por este insecto.

Tabla 4 PRODUCCIÓN DE YUCA DE 1970 A 2004

Cultivo	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2004
Yuca	2.14%	-1.46%	0.28%	2.03%

Fuente: http://www.agrocadenas.gov.co/indicadores/ind_sec_rendagricola2.htm¹⁷

Por esto se desarrollo por parte del CIAT un sistema de biocontrol de plagas, donde se busca primero que todo minimizar el impacto del insecto (*C. bergi*) en la yuca siendo este el de nuestro interés.

La reducción de los sistemas de control como son los plagisidas denominación que se le da a todos los agentes químicos usados en el control de plagas, y donde su efecto contaminante es en muchos casos invisibles, generando contaminación atmosférica y del agua donde pueden no ser inmediatamente evidentes, aunque resultan devastadores a largo plazo¹⁸.

¹⁷ http://www.agrocadenas.gov.co/indicadores/ind_sec_rendagricola2.htm

¹⁸ ¹⁸ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporación. Reservados todos los derechos

4. METODOLOGÍA

4.1. OBTENCIÓN DE LOS INSECTOS

El presente trabajo fue realizado en el laboratorio de ácaros de las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Cali. En esta área se presenta una temperatura controlada de 22 °C a 25 °C en las incubadoras para la colonia y una temperatura de 26 °C para el área de laboratorio donde se encuentra el personal acargo de la colonia y otros aspectos a trabajar.

Los chinches de la viruela (*C. bergi*) como son conocidos en el área rural, se tomaros de la colonia establecida en el laboratorio. Esta colonia se encuentra conformada de insectos traídos del departamento de Risaralda Municipio de Pereira. Los insectos se encuentran clasificados dependiendo su estado de desarrollo, es decir en instares de I, II, III, IV, V y adulto, depositados en bandejas plásticas. Dichas bandejas deberán estar conformadas por suelo esterilizado a una temperatura de 105 °C durante 24 horas, con un 20% de humedad. Este proyecto desarrollara una serie de fases para lograr dar a conocer ala comunidad estudiantil y en particular a sus interesados, como se trata un insecto en laboratorio y como se determina el sistema de biocontrol a efectuar, como en este caso para lograr la eliminación del (*C. bergi*) de los cultivos que amenazas.

4.1.1. Fase Uno: Se implementara un desarrollo de la cría del *C. bergi* en el laboratorio por medio de una alimentación controlada. Es decir a un numero determinado de individuos los cuales se nombraran posteriormente serán alimentados por maní y semillas de arroz, para determinar en esta primera fase la oviposicion de los individuos (adultos). Lo que se busca medir en esta fase es cuantificar cuanto influye el alimento en este aspecto. Lo que se desearía en este punto seria que las semillas de arroz presentasen una mayor variabilidad con respecto al maní, debido a que este ultimo alimento en condiciones de laboratorio se degrada (hongo) un poco mas rápido y por ende presenta una mayor mortalidad en los individuos (*C. bergi*). Para obtener estos resultados será adoptado el mecanismo de análisis de datos proporcionado por un diseño experimental

Tabla 5 ENSAYO 1 FASE 1

MUESTRA	ALIMENTO
50	MANÍ
50	ARROZ

4.1.2. Fase dos: Se seleccionaran 100 individuos de (*C. bergi*) dividido por igual en instar I. Este instar será dividido en partes iguales para ser alimentados de manera controlada, es decir que se le suministrara semillas de arroz y granos de maní. En el cuadro posterior se demostrara de una manera mas clara como se desarrollara este punto y el cual tiene como objetivo medir el tiempo de eclosión de una fase o instar a otra y la mortalidad que se pueda presentar. Los datos suministrados en esta fase serán analizados por medio de una formula (índice reproductivo neto)¹⁹. Para ser presentados consecutivamente en el informe.

Tabla 6 ENSAYO 1 FASE 2

INSTARES	ALIMENTACIÓN	MUESTRA
I	Arroz	50
I	Maní	50

4.1.3. Fase Tres: Dentro del área del laboratorio se realizara una de prueba de control del chinche (*C. bergi*), consistente en introducir al habitat de este insecto el nematodo como sistema de control biológico y así medir de una manera cuantificable y característica los daños a nivel físico causado a este insecto. Determinar además el tiempo de acción del nematodo y cuanto puede afectar porcentualmente a una población sometida a este procedimiento. El numero de la muestra sometida a este procedimiento será registrado con posterioridad, los instares sometidos a esta prueba son los I y III, debido a que estos son los instares que presentan mayor degradación de los cultivos de yuca en el campo según lo informado (ANTONIO BELLOTI). En el siguiente cuadro se relacionara el es quema del experimento a plantear para lograr la recopilación de esta información.

¹⁹ Ecología "Estudio de la distribución y la abundancia" CHARLES J. KREBS

Tabla 7

INSTARES	No Muestra	% Población Afectada	Tiempo De Eclosión	Descripción Del Daño Físico
----------	------------	-------------------------	-----------------------	--------------------------------

5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. FASE UNO (DISEÑO EXPERIMENTAL)

El objetivo del anterior diseño (fase uno) es determinar si hay diferencias significativas entre los chinches alimentados con maní o con arroz sobre el nivel de oviposición y proporción de mortalidad de la población de chinches hembras.

Factores: Alimento

Niveles: maní y Arroz

Tratamientos: maní y Arroz

Unidad Experimental: Colonia de chinches (pareja de hembra y macho)

Variable de respuesta: Índice total de oviposición

Variables explicatorias: temperatura, humedad relativa del ambiente.

Control local: Suelo estándar en iguales condiciones en cuanto a cantidad y humedad, colonia de chinches seleccionados en edad adulta, cada pareja recibe la misma cantidad de alimento. El proceso de aleatorización se realizó de la siguiente forma:

De dos bandejas cada una con población de chinches machos y hembras respectivamente, se seleccionaron al azar chinches de ambas bandejas para reunir 100 parejas de chinches, cada pareja fue colocada en copita plástica con tapa, a cada copa se le suministro una misma cantidad de alimento (maní o semillas de arroz al azar) y luego se le adicionó suelo estándar en igual cantidad. Las dos poblaciones de chinches se sometieron bajo condiciones constantes de temperatura de 24° C.

Con el anterior diseño planteado, y con el objetivo de determinar si el alimento es un factor que influye o afecta el índice medio de oviposición, se propone un diseño de experimentos Completamente al azar (Unifactorial).

Con modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, 50$$

Donde

Y_{ij} = Es la variable respuesta, Índice total de oviposición de la j-exima réplica del i-eximo tratamiento

μ = Es la media global común a todos los tratamientos

τ_i = Es el efecto debido al i-eximo alimento

ε_{ij} = Es el error aleatorio debido a factores no controlados o no controlables

5.1.1. Los supuestos del modelo son:

Los errores se distribuyen normal con media 0 y varianza σ^2 , $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Los errores tienen varianza constante

Los errores son independientes, $\text{COV}(\varepsilon_{ij}, \varepsilon_{i'j'}) \forall i \neq i'; j \neq j'$

La hipótesis de interés en el D.C.A. es:

H_0 : No hay diferencias entre efectos de los alimentos. La cual también se puede expresar así:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu \quad (\text{Las medias de los tratamientos son iguales})$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_j \quad (\text{las medias son diferentes})$$

Que en términos del modelo es equivalente a probar:

$$H_0: Z_1 = Z_2 = Z \quad (\text{los efectos de los tratamientos sobre las variable es el mismo})$$

$$H_1: Z_i \neq Z_j$$

Tabla 8 ANÁLISIS DE VARIANZA. MODELO COMPLETAMENTE ALEATORIO.

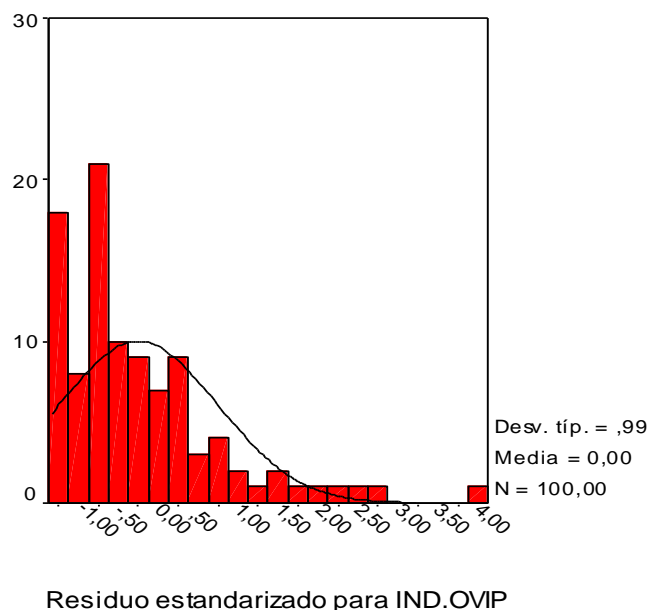
FUENTE DE VARIACIÓN	g.l	S.C	C.M	Fc	Pr>F
Entre tratamientos (Modelos)	t-1	$\sum_{i=1}^a \frac{y_{i.}^2}{r_i} - \frac{y_{..}^2}{n}$	$= \frac{SCTrat}{a-1}$	$= \frac{CMTrat}{CME}$	
Error (dentro de los tratamientos)	n-t	$Y^T Y - \sum_{i=1}^a \frac{Y_{i.}^2}{r_i}$	$\frac{SCE}{N-a}$		
Total	n-1	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{n}$			

Fc. Es el estadístico de prueba para la hipótesis de que no hay diferencias entre los niveles medios de oviposición de las parejas de chinches alimentadas con maní y con arroz. Ésta hipótesis se rechaza si, a un nivel de significancia especificado, para el cual se quieren detectar mínimas diferencias significativas entre los niveles medios de oviposición.

5.2. VALIDACIÓN DE SUPUESTOS

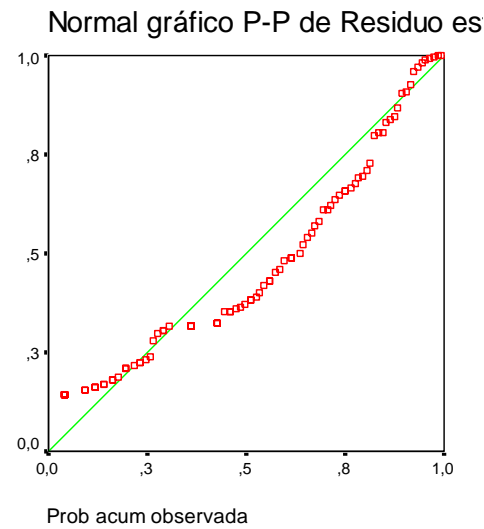
Si se desea obtener estimaciones insesgadas y eficientes de los coeficientes de los efectos de los tratamientos (maní y arroz) sobre la variable respuesta índice medio de oviposición, Y detectar si existe diferencia significativa entre éstos con un nivel de significancia es necesario que se cumplan los supuestos que se sometieron a prueba, cuyos resultados se muestran a continuación.

Gráfica 1 Supuesto de Normalidad de Errores

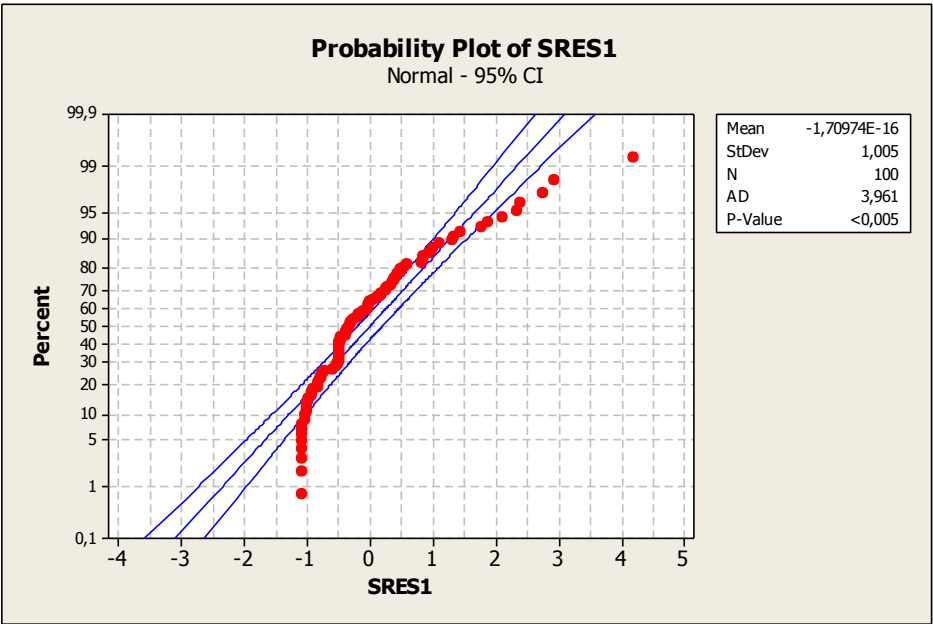


En el histograma y en las dos graficas a continuación, se observa que la distribución de los residuales no es normal. Los residuos que son las estimaciones de los errores tienen una distribución asimétrica hacia la derecha, esto indica que hay residuales negativos con alta frecuencia y positivos entre 1 y 3 con baja frecuencia. Falta de normalidad que también se aprecia en la gráfica P-P, los residuales centrales entre $(-+ 3)$ considerados puntos no atípicos, no tienen un buen ajuste a la línea recta.

Gráfica 2 PROB ACUM OBSERVADA



Gráfica 3 PROBABILITY PLOT OF SRES1



En la distribución de los residuos también se observa una anomalía con la observación 17* la cual toma un valor de residual 4,17 indicando que es un punto atípico, La causa de éste punto atípico posiblemente fue un error en el calculo o error en la digitación del dato. Punto atípico que se puede observar la siguiente gráfica.

Gráfica 4 residuales

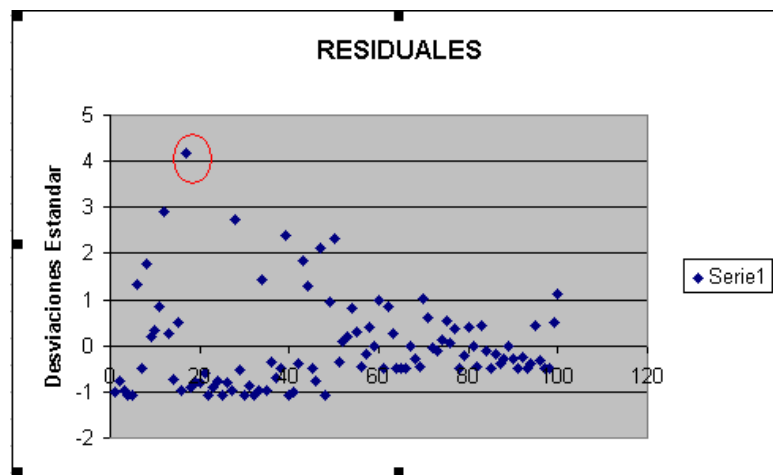


Tabla 9 Prueba Formal de Normalidad KOLMOGOROV-SMIRNOV

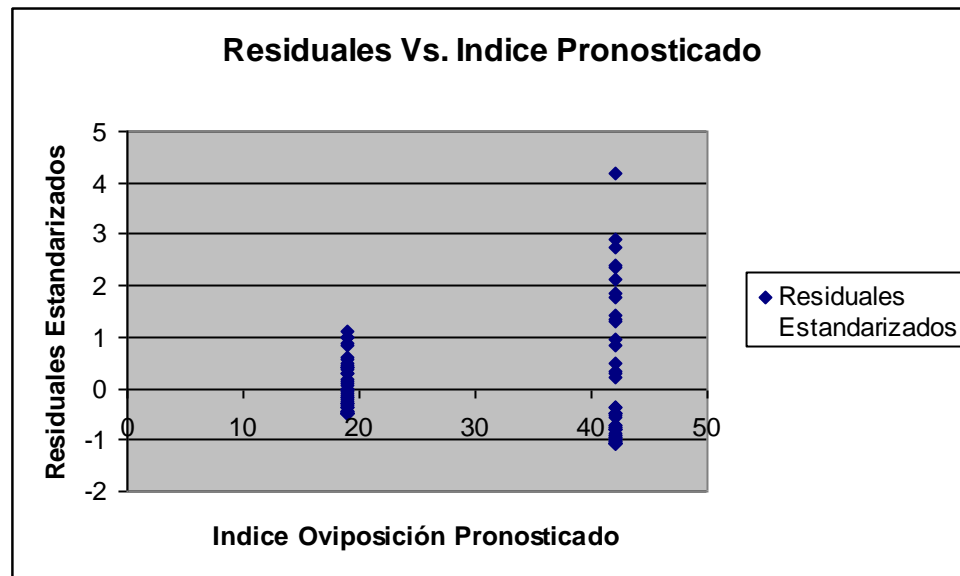
	Kolmogorov-Smirnov(a)			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico
Residuo estandarizado para IND.OVP	,144	100	,000	,852

A corrección de la significación de Lilliefors

El estadístico F de la prueba Kolmogorov con un valor de 0.144 asociado a un nivel de significancia tan pequeño indica que se rechaza la hipótesis de normalidad, y por lo tanto los errores no se ajustan a una distribución normal.

* Observación 17 (ver circulo rojo de la gráfica)

Gráfica 5 Supuesto de Homogeneidad de Varianza



La anterior gráfica indica que hay problemas de heterocedasticidad, es decir no se cumple el supuesto de varianza homogénea o constante a lo largo de los tratamientos pues los valores presentan tendencia, Al pasar del tratamiento con maní con el que se obtienen un índice medio de oviposición de 18.94 y pasar al tratamiento con arroz donde el índice medio aumenta a 42,04 el valor de los residuales también aumenta.

La prueba estadística formal que se utiliza para el supuesto de homogeneidad de varianzas es la de Levene, porque ésta es más robusta cuando se tienen problemas de falta de normalidad como es el presente caso.

Prueba Formal

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error

F	gl1	gl2	Significación
41,421	1	98	

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

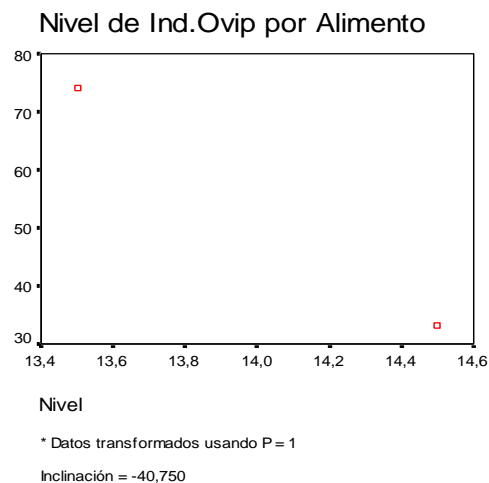
a. Diseño: Intercept + ALIMENTO

Grupo = colonia de parejas de chinches alimentadas con arroz o maní

La anterior prueba confirma, que las varianzas de los dos grupos no es igual. Porque la estadística de prueba F calculado de 41,421, tienen asociado un valor P de significancia de 0.000, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que las varianzas de los índices totales de oviposición de los dos grupos (los alimentados con maní y los alimentados con arroz) son iguales²⁰.

El siguiente gráfico permite ver, si existe alguna relación entre el valor medio de oviposición en cada nivel y la varianza de los datos dentro de cada nivel.

Gráfica 6 NIVEL DE IND. OVIP POR ALIMENTO.



²⁰ La prueba de Levene utiliza la desviación absoluta de las observaciones Y_{ij} de cada tratamiento de la mediana de los tratamientos. Como se mencionó anteriormente en los supuestos, el que la varianza de los errores sea constante implica que: Las observaciones también se distribuyan con varianza constante es decir que la varianza es constante para todos los niveles del factor tratamiento. Por tal razón, como resultado de ésta prueba se concluye que la variabilidad de las observaciones en los dos tratamientos no es igual.

En anterior grafico indica que existe relación, confirmando el problema de no homogeneidad de varianzas para cada nivel del factor alimento. Reportando una pendiente de -40.75.

En cuanto al supuesto de incorrelación de errores, debido a que se tienen bastantes observaciones y pocos tratamientos, es complicado ver si hay o no correlación serial de los errores en el tiempo. Es complicado saber en que orden de tiempo se efectuaron.

Gráfica 7 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS.

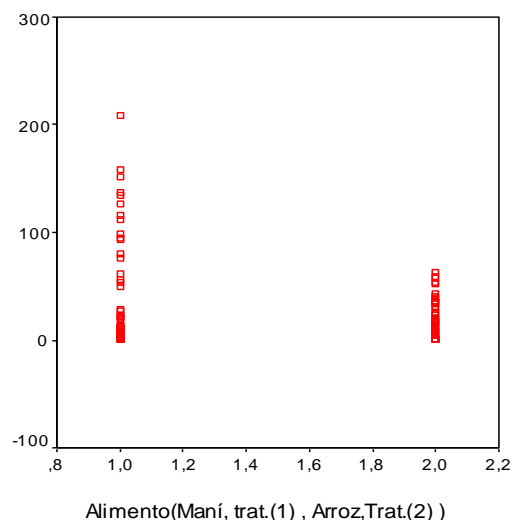
Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: Índice de oviposición

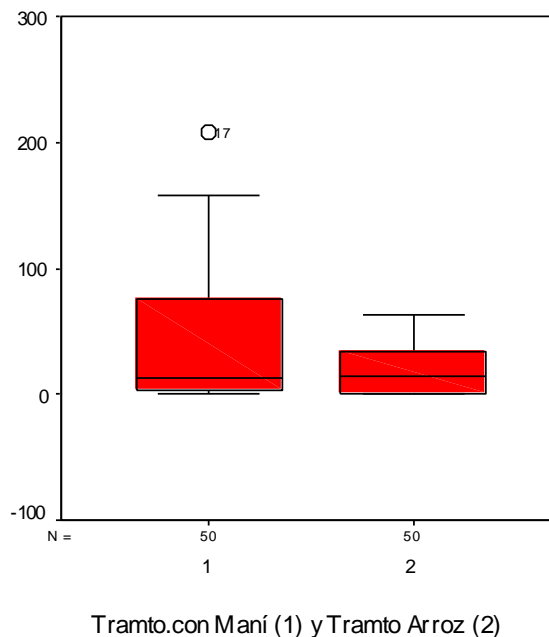
Tramto.con Maní o Arroz	Media	Desv. típ.	N
maní	42,04	53,210	50
arroz	18,94	18,399	50
Total	30,49	41,275	100

5.3. GRÁFICOS DESCRIPTIVOS

Gráfica 8 diagrama de dispersión índice total de ovipisicion contra el tratm.



Gráfica 9 Diagrama de cajas índice total de oviposición.



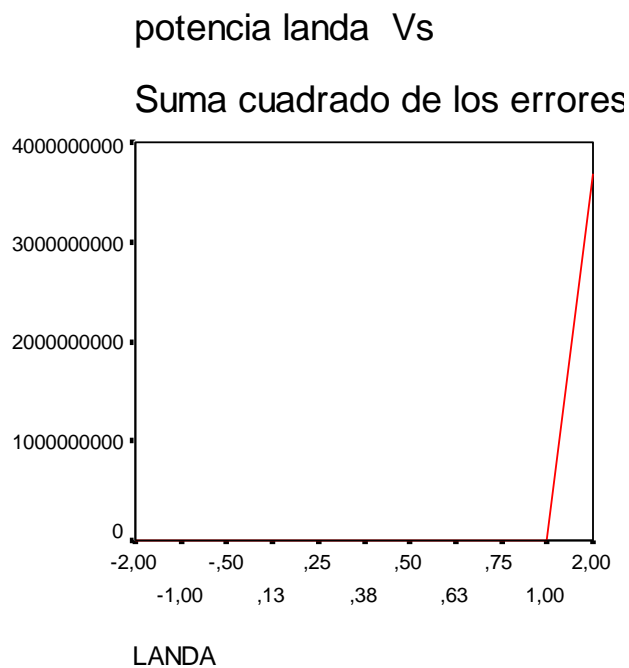
Las dos gráficas indican que el índice total de oviposición es mayor en los chinches que recibieron tratamiento con maní que los que recibieron tratamiento con arroz. Los valores de índice total de oviposición con tratamiento-maní son más dispersos (ver tabla 3-1) presentan una desviación estándar de 53,210 y alcanzan un máximo de 208, los índices para tratamiento-arroz están menos dispersos, y alcanzan un valor máximo de 63. Lo anterior hace evidente que el índice total de oviposición alrededor del promedio depende del tratamiento o alimento suministrado.

Como solución a la inadecuación del modelo de diseño. Se realizaron las transformaciones sugeridas de Box-Cox sobre la variable respuesta (índice de oviposición). Proceso que se describe a continuación.

Calculo de la potencia λ "Landa " que indica la transformación Y^λ .

El criterio para escoger λ apropiado es el valor que minimiza la suma de cuadrado de los errores. Como indica Montgomery²¹ en general son de 10 a 20 valores para estimar el valor óptimo, en el modelo que se plantea en el presente diseño, se prueban los siguientes parámetros de potencia recomendados por éste autor.

Gráfica 10 potencia landa vs suma de los errores



²¹ MONTGOMERY *et al.* Introducción al Análisis de Regresión Lineal. CECSA. México (2004)

Tabla 10 potencia landa vs suma de los errores

landa	SumaC(error)
-2	2,94
-1	3,46
-0,5	4,49
0,13	35,4
0,25	104,55
0,38	338,88
0,5	1136,29
0,63	3856,28
0,75	13160,83
1	155318,7
2	3,68E+09

No es factible construir un intervalo de confianza para landa, No es factible saber si es apropiado a no hacer una transformación. Sin embargo al hacer la transformación de potencia 2, la cual reduce notablemente la suma de cuadrado de los errores No se corrige la inadecuación del modelo en ninguno de los supuestos.

Cuando se tiene una variable que es un conteo, en el presente caso cantidad de huevos, Montgomery recomienda un valor landa. Con esta transformación se tienen los siguientes resultados.

Verificación del Cumplimiento de Supuestos

Pruebas de normalidad

Tabla 11 Verificación del Cumplimiento de Supuestos

	Kolmogorov-Smirnov(a)			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico
Residuo estandarizado para VAR00005	,077	100	,154	,961

a Corrección de la significación de Lilliefors

Con la transformación de la potencia 0,5, se logra la normalidad de los errores, con un nivel de significancia de 0.154 mayor a 0.05, pues no hubo suficiente evidencia para rechazar la hipótesis de normalidad, pero no se logra la homogeneidad de varianza con la prueba de Levene.

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error(a)

Tabla 12 variable dependiente

Variable dependiente: $\sqrt{Y} = \sqrt{\text{Ind.Oviposición}}$

F	gl1	gl2	Significación
14,264	1	98	,000

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

A Diseño: Intercept+ALIMENTO

Con un nivel de significancia de 0.000 se rechaza la hipótesis de igualdad de varianzas.

Con la transformación logarítmica, cuando no hay oviposición registrando un valor de 0, la transformación indetermina el valor, corriendo el análisis de varianza solo con 81 unidades experimentales o sujetos.

Factores inter-sujetos

Tabla 13 factores inter-sujetos.

		N
VAR00009	1,00	42
	2,00	39

Sin embargo, se logra la normalidad, como se observa en el cuadro a continuación, indicada por la prueba de kolmogorov, y las plot de ajuste a la probabilidad normal.

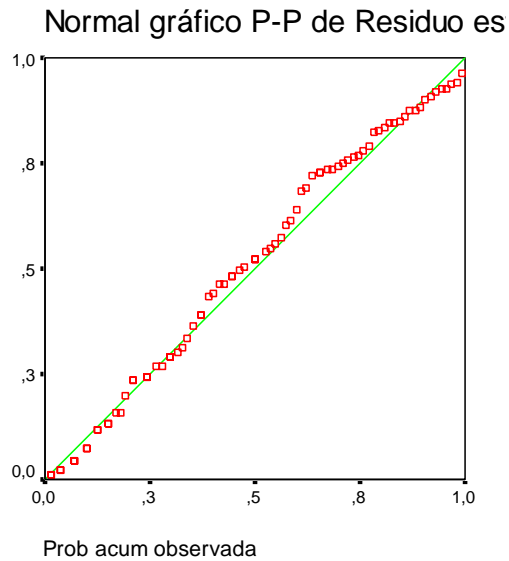
Pruebas de normalidad

Tabla 14 pruebas de normalidad.

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Residuo estandarizado para ind.oviposición_transformasdo/ Ln Y	,089	81	,169	,972	81	,077

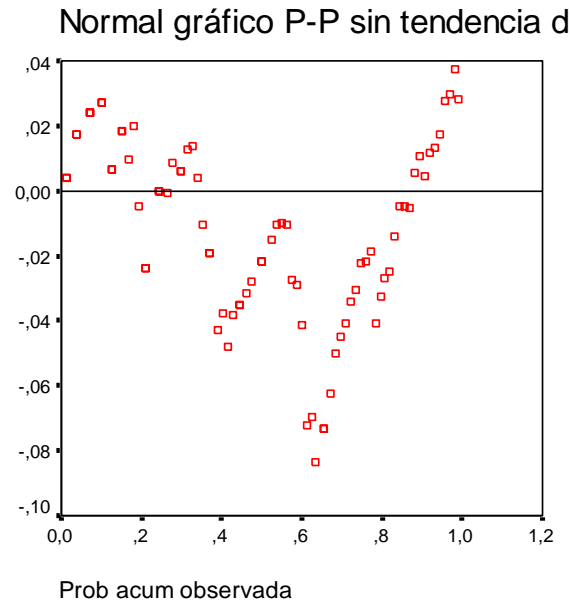
a Corrección de la significación de Lilliefors

Gráfica 11 normal gráfico p-p de residuo.



La estadística F de 0.089 tienen un valor p asociado de 0.189, lo cual indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis de normalidad con un nivel de significancia de 0.05, a demás el plot P-P de ajuste a distribución normal, no indica serias desviaciones del ajuste de los residuales a la recta, por lo cual se concluye que se cumple el supuesto de normalidad.

Gráfica 12 normal gráfico p-p sin tendencia d.



El contraste de hipótesis para la prueba de incorrelación de errores testeado con la estadística durvin watson, en cual se indica en la siguiente tabla, da un valor de.

PRUEBA DURBAN-WATSON

Tabla 15 prueba durban-watson.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,135(a)	,018	,006	1,22014	2,015

a Variables predictoras: (Constante), VAR00009

b Variable dependiente: VAR00010

La tabla de Durban-Watsón para N=100 y da los valores límites,

Como: $d_l < \hat{d} = 2,015 < 4 - d_u = 2,31$

Se acepta la hipótesis nula de que los errores no están correlacionados.

Sin embargo, no se cumple la homogeneidad de varianza, pues el Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas del error da un valor p de 0.010, rechazando la hipótesis de varianzas iguales. El R cuadrado es muy pequeño de 0.006, indicando un mal ajuste del modelo, con una relación logarítmica.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente transformada: $\ln(\text{Ind.Oviposición}) = \ln(y)$

Tabla 16 Pruebas de los efectos inter-sujetos

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
(a)					
VAR00009	2,179	1	2,179	1,464	,230
Error	117,611	79	1,489		
Total corregida	119,790	80			

a R cuadrado = ,018 (R cuadrado corregida = ,006)

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error(a)

Variable dependiente transformada: $\ln(\text{Ind.Oviposición}) = \ln(y)$

Tabla 17 Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error(a)

F	gl1	gl2	Significación
6,975	1	79	,010

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a Diseño: Intercept+VAR00009

Debido a que los datos no cumplen las condiciones para trabajar un modelo de diseño completamente al azar unifactorial ANOVA*, y al trabajar todas las posibles transformaciones sugeridas Box-Cox sobre la variable respuesta, ninguna logró corregir las inadecuaciones de modelo a un grado aceptable, se propone un test no paramétrico unifactorial. “El test de Kruskal-Wallis (K-W)”, es una generalización del procedimiento usado por la prueba de Mann-Whitney y, es una alternativa de las pruebas no paramétricas para realizar análisis. Esta es una prueba adecuada cuando no se cumplen las condiciones requeridas para un ANOVA y se quiere contrastar la igualdad de mediana para dos o más poblaciones. Las hipótesis de Kruskal-Wallis son:

$H_0: \eta_1 = \eta_2 = \dots = \eta_k$: Las medianas de la población son todas iguales

$H_1: \eta_1 \neq \eta_2$: Las medianas no son todas iguales

Una asunción para esta prueba es que las muestras provienen de poblaciones diferentes y son muestras aleatorias, con las distribuciones que tienen la misma forma. La prueba de Kruskal-Wallis es más poderosa que la prueba de test de la mediana para los datos de muchas distribuciones, incluso los datos de la distribución normal, pero es menos robusto cuando se tiene datos outliers*.

* Si se realiza el diseño, sin las precauciones de verificar el cumplimiento de los supuestos, las estimaciones de los efectos de cada uno de los tratamientos serían insesgadas y por lo tanto las conclusiones a las que se llegarían no serían confiables

* la palabra outlier significa punto atípico; (s) plural.

El test (K-W) compara el rango medio alcanzado en cada subgrupo con los demás, y determina si éstas diferencias son suficientemente significativas, como para rechazar la hipótesis nula de que el índice medio de oviposición en la colonia de chinches alimentados con maní es igual al de la colonia alimentada con arroz.

Prueba de Kruskal-Wallis Unifactorial

Alimento	N	Mediana	Rango Promedio	Z
1	50	13.50	54.1	1.23
2	50	14.50	46.9	-1.23
Sobre	100		50.5	

H = 1.52 DF = 1 P = 0.217

H = 1.53 DF = 1 P = 0.216 (Valor Ajustado)

Las medianas de la muestra para los dos tratamientos son 13.5 y 14.5. El rango de la media para el tratamiento uno es mas alto que el rango de la media del tratamiento dos. (Se aprecia que la estadística $z = 1.23$ es positiva para el primer tratamiento y para el segundo es negativo $z = -1.23$).

La estadística de la prueba (H) tiene un p-valor de 0.217 sin ajustar y 0.216 ajustado, indicando que la hipótesis nula puede rechazarse con valores de de niveles de significancia superiores a 0.217 a favor de la hipótesis alternativa de por lo menos una diferencia entre los grupos del tratamiento, por lo tanto con este p-valor concluimos que no se rechaza la hipótesis de igualdad; y en consecuencia, se considera que ***no hay diferencias significativas en el índice medio de oviposición entre la colonia de chinches alimentada con maní y la alimentada con arroz.***

Variable respuesta tasa de mortalidad en hembras.

En cuanto a la proporción de mortalidad, es factible hacer una prueba de proporciones del porcentaje de muertes por stress entre chinches alimentados con maní y chinches alimentados con arroz, e igualmente otra prueba de hipótesis para la proporción de muertes por hongo. Otra alternativa es hacer una prueba de

hipótesis general para mirar si existe diferencia significativa entre las proporciones de muertes independientemente de la causa entre ambas poblaciones.

Adicionalmente se podría hacer otra prueba de hipótesis para el tiempo promedio de muertes entre las dos poblaciones, la alimentada con maní y con arroz.

Prueba de hipótesis para la igualdad de proporciones (proporción de muertes)

$$\begin{aligned} H_0 : P_1 &= P_2 \\ H_1 : P_1 &> P_2 \end{aligned} \quad \text{con } \alpha = \text{específico}$$

El estadístico de prueba es:
$$\frac{\hat{P} - \hat{P}_0}{\sqrt{(P_0(1 - P_0))/n}}$$

Si el valor absoluto de éste estadístico es mayor que Z_α tabulado, se rechaza la $H_0 : P_1 = P_2$, y por lo tanto se concluye que la proporción de muerte en individuos alimentados con maní es mayor, confirmándose la hipótesis original que se tiene.

Al calcular las proporciones de muertes en hembras por causa de hongo y stress para cada una de las dos colonias. Cada una sometida a un tratamiento diferente (maní o arroz), se obtienen las proporciones que se indican en la tabla a continuación.

Tabla 18 Variables respuesta tasa de mortalidad en hembras

TRATAMIENTO	CAUSA DE MUERTE		PROPORCIÓN TOTAL DE MUERTES
	hongo	stress	
	TOTAL / PROPORCIÓN	TOTAL / PROPORCIÓN	
arroz	19 / 0,558823529	15 / 0,441176471	0,507462687
maní	20 / 0,606060606	13 / 0,393939394	0,492537313

ANÁLISIS DEL EFECTO DEL FACTOR ALIMENTO EN LA VARIABLE PROPORCIÓN DE MORTALIDAD EN HEMBRAS

La prueba de hipótesis para contrastar las proporciones de muertes en hembras por causa de hongo en el alimento, mostrada a continuación, se realizó con ayuda del programa estadístico STATGRAPHICS,

Prueba de Hipótesis

Proporciones de las Muestras = 0,56 y 0,6

Tamaño de las muestras= 50 y 50

Intervalo de Confianza del 95% para la diferencia entre las proporciones
[-0,233313, 0,153313]

$H_0 : \hat{P}_{mani} - \hat{P}_{arroz} = 0$: Diferencia entre proporciones = 0

$H_1 : \hat{P}_{mani} \neq \hat{P}_{arroz}$: Las Proporciones son diferentes

Estadístico Z Calculado= -0,40522

Valor – P = 0,685312

No se Rechaza $H_0 : \hat{P}_{mani} - \hat{P}_{arroz} = 0$ con un $\alpha = 0,05$

La proporción de muertes en hembras por causa de hongo en el alimento (arroz) es del 56%, y del 60% en la colonia de chinches alimentada con maní.

Como resultado de la prueba de hipótesis, se tienen el estadístico Z^* , de -0.40 asociado a un valor P de 0.6853, y un intervalo de confianza estimado para la diferencia de proporciones que contiene la diferencia 0, lo cual indica que no hay suficiente evidencia con un nivel de significancia de 0.05 para rechazar la hipótesis nula de que las proporciones son iguales. **Por lo tanto se concluye que la diferencia entre la proporción de muertes en chinches hembras alimentadas con maní o arroz por causa de hongo en alimento no es significativa.**

Al tener en cuenta la hipótesis de trabajo, “la proporción de muertes por hongo en la colonia alimentada con maní es mayor que en la colonia alimentada por arroz. Se realizó el mismo test. Pero el sentido de la hipótesis alternativa (proporción en arroz < proporción en maní), como se muestra a continuación.

Prueba de Hipótesis

Proporciones de la Muestra = 0,56 y 0,6

Tamaño de la Muestra = 50 y 50

Intervalo del 95% de confianza para la diferencia de proporciones [0,122233]

$H_0 = \hat{P}_{maní} - \hat{P}_{arroz} = 0$: La diferencia entre las proporciones es igual a 0

$H_1 : \hat{p}_{arroz} < \hat{P}_{maní}$:

Estadístico Z calculado = -0,40522

Valor – P = 0,342656

No se rechaza la hipótesis nula con $\alpha = 0,05$.

* Por aproximación de la distribución binomial a la normal, cuando se tienen un tamaño de muestra grande ($n > 30$)

Sin embargo con éste test también se encuentra que no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis de que las proporciones sean iguales y concluir que la proporción de muertes en hembras alimentadas con arroz por causa del hongo del alimento sea menor que la proporción de muertes hembras alimentadas con maní.

Prueba de hipótesis para contrastar las proporciones de muertes en hembras por causa de stress.

Prueba de Hipótesis

Proporciones de la Muestra = 0,44 y 0,39

Tamaño de muestral = 50 y 50

Intervalo de Confianza del 95% para la diferencia entre las proporciones:

[-0,142895, 0,242895]

$H_0 : \hat{P}_{mani} - \hat{P}_{arroz} = 0$: Diferencia entre proporciones = 0

$H_0 : \hat{P}_{mani} \neq \hat{P}_{arroz}$: Las Proporciones son diferentes

Estadístico Z calculado = 0,507385

Valor – P = 0,611881

No se rechaza la hipótesis nula con $\alpha = 0,05$.

El 44% de las hembras alimentadas con arroz murieron por causa de stress, y el 39 % murieron por el hongo del alimento.

Los resultados del test, muestran que las proporciones de muertes hembras en las dos poblaciones por causa de stress no son significativamente diferentes, pues con un nivel de confianza del 95% el intervalo estimado para la diferencia de proporciones contienen al 0, y el valor p asociado a la estadística de 0.61, indica que no hubo suficiente evidencia con un nivel de significancia de 0.05 para rechazar la hipótesis de igualdad de proporciones.

Lo anterior indica que el efecto del factor alimento en la proporción de muertes de hembras por arroz o por maní no es significativo, esto se confirma con la prueba de hipótesis para contrastar las proporciones totales de muerte en cada una de las colonias.

Prueba de Hipótesis con los totales

Proporciones de la Muestra = 0,51 y 0,49

Tamaño de muestral = 50 y 50

Intervalo de Confianza del 95% para la diferencia entre las proporciones::

[-0,175958, 0,215958]

$H_0 : \hat{P}_{mani} - \hat{P}_{arroz} = 0$: Diferencia entre proporciones = 0

$H_0 : \hat{P}_{mani} \neq \hat{P}_{arroz}$: Las Proporciones son diferentes

Estadístico Z calculado = 0,2

Valor – P = 0,841476

No se rechaza la hipótesis nula con $\alpha = 0,05$.

Como resultado de ésta prueba, con un nivel de significancia de 0.05 no hubo suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que las proporciones de muertes son iguales y aceptar que son diferentes.

Para la variable respuesta tiempo promedio de muerte se tienen los siguientes datos:

Tabla 19 tiempo promedio de muerte

TRATAMIENTO	TIEMPO PROMEDIO DE MUERTE MEDIDO EN SEMANAS
Arroz	3,54
Maní	3,22

Para hacer la prueba de hipótesis de igualdad de medias, se asume el cumplimiento del supuesto de normalidad, por el teorema del limite central, a si la variable tiempo de muerte no se distribuya normal, por tener una muestra grande en teoría superior a 30 datos, el tiempo promedio de muerte si se distribuye normal, y por lo tanto las conclusiones son confiables.

Test de igualdad de medias

Tabla 20 test de igualdad de medidas.

Estadísticos de grupo				
TRATMIEN	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
TIEP_MJE 2	33	3,55	2,306	,401
1	32	3,22	2,075	,367

Los estadísticos descriptivos indican que el tiempo promedio de muertes en hembras alimentadas con arroz es de 3 semanas y media. Para las hembras alimentadas con maní es de 3 semanas.

Tabla 21 prueba de muestras independientes.

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
TIEP_MJE Se han asumido varianzas iguales	,512	,477	,600	63	,551	,33	,545	-,762	1,415
No se han asumido varianzas iguales			,601	62,656	,550	,33	,544	-,760	1,413

La tabla de muestras independientes, indica que la variabilidad de la variable tiempo de muerte, es constante para cada tratamiento. De acuerdo a los resultados de la prueba de Levene. Por lo tanto con la estadística $t = 0.60$ asociada a una significación de 0.551, Se concluye que no existe suficiente evidencia con un nivel de significancia del 5%, para rechazar la hipótesis de que el tiempo promedio de muertes en hembras es igual para el tratamiento con maní y para el tratamiento con arroz.

5.4. FASE DOS

NOTA 1:

Para el diseño del cuadro esperanza de vida que será otro aspecto a tener presente en la medición, se asumirán las siguientes variables:

X = edad de años

Nx = numero de individuos observados cada día

lx = proporción de sobrevivientes al inicio del intervalo de edad

D_x = numero de individuos que murieron en el intervalo

Q_x = índice de mortalidad

BIBLIOGRAFÍA

Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporación. Reservados todos los derechos.

Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporación. Reservados todos los derechos.

Caicedo V., Ana Milena; Evaluación del parasitismo del nematodo entomògeno *Steinernema carpocapsae* Weiser (Rhabditida: Steinernematidae) y reconocimiento de nematodos nativos para el control de *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera: Cydnidae). Palmira, Valle del Cauca, Colombia Universidad Nacional de Colombia, facultad de ciencias agropecuarias 1993. 101 h: illus (QL 391. N4 C3)

Ecología “Estudio de la distribución y la abundancia” CHARLES J. KREBS

Guía practica para el manejo de las enfermedades, las plagas y las deficiencias nutricionales de la yuca – CIAT- autores Elizabeth Álvarez, Anthony Bellotti.

Resistencia de la variedad de la yuca a *Cyrtomenus bergi* – Hebert Luís Vargas Bonilla (CRECED centro Tolima).

Revista colombiana de entomología Vol. 11 No 2 1985.

Revista colombiana de entomología Vol. 11 No 2 1985.

Revista colombiana de entomología Vol. 20 No. 4 p. 241 – 246 1994.

Revista colombiana de entomología Vol. 24 Nos. 1-2 p. 7-11 1998 parasitismo de dos razas del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* sobre el chinche *Cyrtomenus bergi* en laboratorio.

Revista colombiana de entomología vol. 11 No 2 1985 p. 42- 46
Seminario de nematodos entomoparásitos una alternativa en el MIP – facultad de agronomía Universidad Nacional DE Colombia

Seminario NEMATODOS ENTOMOPARASITOS UNA ALTERNATIVAEN MIP
facultad de agronomía universidad nacional de Colombia Ligia Tatiana corredor,
candidata a I. A. Facultad de Agronomía U. N. Bogota.

Rendimientos agrícolas del Observatorio Agrocadenas. [Consultado julio 2007].
Disponble en internet
http://www.agrocadenas.gov.co/indicadores/ind_sec_rendagricola2.htm

Centro de investigación y desarrollo campesino. [Consultado junio 2007].
Disponble en internet:
http://www.cipca.org.pe/cipca/informacion_y_desarrollo/agraria/fichas/yuca

http://es.wikipedia.org/wiki/Control_biol%C3%B3gico

Trabajo realizado por: Manuel Tamayo H. mtamayo@hualo.ucm.cl Universidad
Católica del Maule, Talca, Chile. [Consultado julio 2007]. Disponible en internet:
<http://www.monografias.com/trabajos5/nemato/nemato2.shtml>

Artrópodos. [Consultado julio 2007].
<http://www.monografias.com/trabajos/artropodos/artropodos.shtml>